UNIVERSITE PAUL-SABATIER
118, route de Narbonne — 31 - TOULOUSE
ANNÉE 1971 N° 127

Les effets de divers types d'exercices physiques sur la clearance de l'eau libre

Thèse

POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE
(DIPLOME D'ETAT)

présentée et soutenue publiquement en juin 1971

PAR

Michel STREICHER

Membres du Jury

MM. BAISSET	*Président*	
RUFFIE	*Assesseurs*	
DELAUDE		
MONTASTRUC		
GERAL	*Suppléant*	

TOULOUSE
IMPRIMERIE FOURNIE
27, boulevard Riquet, 27

1971

Les effets de divers types d'exercices physiques sur la clearance de l'eau libre

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536511_0006

UNIVERSITE PAUL-SABATIER
118, route de Narbonne — 31 - TOULOUSE
ANNÉE 1971 N° 127

Les effets de divers types d'exercices physiques sur la clearance de l'eau libre

Thèse

POUR LE DOCTORAT EN MEDECINE
(DIPLOME D'ETAT)

présentée et soutenue publiquement en juin 1971

PAR

Michel STREICHER

Membres du Jury

MM. BAISSET	*Président*
RUFFIE	
DELAUDE	*Assesseurs*
MONTASTRUC	
GERAL	*Suppléant*

TOULOUSE
IMPRIMERIE FOURNIE
27, boulevard Riquet, 27

1971

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

UNIVERSITÉ PAUL-SABATIER

118, route de Narbonne — 31 - TOULOUSE

TABLEAU DU PERSONNEL

UNITÉS MÉDICALES

Président de l'Université	M. LARENG
1er Vice-Président	M. MATHIS
Directeur de l'Unité de Sciences Médicales, Toulouse-Purpan ..	M. MONNIER
Directeur de l'Unité de Sciences Médicales, Toulouse-Rangueil. .	M. ENJALBERT

DOYENS HONORAIRES

MM. LAZORTHES, GORSE, CALVET, BRUSTIER

PROFESSEURS HONORAIRES

MM. VALLOIS, TAPIE, DELAS, RISER, BUGNARD, VINCENT, MOREL, BOUISSET, CALMETTES, THOMAS, LAGROT, DULUCQ.

SECTION MÉDECINE — PROFESSEURS

Clinique médicale et cardiologique.	MM. DARDENNE.
Clinique médicale Sud	GADRAT.
Clinique chirurgicale	FICAT.
Clinique chirurgicale A et gynécologie	POULHES.
Clinique chirur. B et du cancer.	GRIMOUD.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.	PASQUIÉ.
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique.....	RIEUNAU.
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire.	ENJALBERT.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	BAZEX.
Clinique des maladies des voies urinaires.	LHEZ.
Clinique maladies infectieuses. .	ARMENGAUD M.
Clinique médicale infantile et puériculture.	SOREL.
Clinique médicale de la première enfance.	BARDIER.
Clinique de neuro-chirurgie....	LAZORTHES G.
Clinique neurologique et psychiatrique.	GÉRAUD.
Clinique obstétricale.	PONTONNIER.
Clinique odonto-stomatologique .	CADENAT.
Clinique ophtalmologique.....	N...
Clinique O. R. L. et chirurgie maxillo-faciale.	CALVET.
Clinique de pneumo-phtisiologie.	DELAUDE.
Clinique rhumatologique. . . .	MM. RUFFIÉ (R.).
Accouchement et obstétricie sociale.	MONROZIÉS.
Anatomie.	BASTIDE.
Anatomie pathologique.	FABRE (J.).
Anesthésie et réanimation.....	LARENG (L.)
Bactériologie et Virologie. . . .	Mme ENJALBERT.
Biophysique médicale A	MM. AUVERGNAT.
Biophysique médicale B	BRU.
Chimie biologique.	VALDIGUIÉ (P.)
Electro-radiologie.	MARQUÈS.
Embryologie générale.	BROUSSY (J.)
Hématologie.	RUFFIÉ (J.).
Histologie.	BIMES.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.	N...
Cardiologie clinique et expérimentale	N...
Hygiène et médecine sociale ..	MONNIER.
Immunologie.	DUCOS.
Médecine légale et médecine du travail.	PLANQUES.
Pathologie chirurgicale.	DAMBRIN.
Pathologie générale et médecine expérimentale.	SENDRAIL.
Pathologie médicale.	RIBAUT.
Physiologie.	LAPORTE (Y.)
Physiologie appliquée et pharmacologie.	BAISSET.
Sémiologie et clinique médicale	LAPORTE (J.).
Thérapeutique.	DARNAUD.

PROFESSEURS A TITRE PERSONNEL

Histologie et Embryologie.	MM. GUILHEM.
Anatomie pathologique.	BOUISSOU.
Biochimie médicale.	DOUSTE-BLAZY.
Histologie et Embryologie. . ..	PLANEL.
Oto-Rhino-Laryngologie.	CLAUX
Pathologie médicale.	MM. BOULARD
Physiologie.	MONTASTRUC.
Physiologie.	BESSOU.
Physique médicale.....	COMMANAY.
Pneumo-phtisiologie.	MIGUÉRÈS.

PROFESSEURS SANS CHAIRE

Anatomie pathologique.....MM.	FABRE (J.).
Bactériologie, Parasitologie, Virologie. . . . . Mme	LARENG.
Biochimie médicale. . . . . MM.	VALDIGUIÉ P.
Chirurgie générale.	GÉDÉON.
Chirurgie générale.	SARRAZIN.
Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire.	ESCHAPASSE.
Electro-Radiologie.	PONS.
Electro-Radiologie.	ROULLEAU
Médecine générale et Thérapeutique .....MM.	BOLLINELLI
Ophtamologie.	DEODATI.
Pédiatrie.	DALOUS.
Neurochirurgie	ESPAGNO (J.)
Médecine générale et thérapeutique.	SUC.
Pédiatrie	REGNIER.
Médecine générale.....	RIBET.

MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Carcinologie.	MM. Estrade	Chirurgie générale.	MM. Escat (J.)
Médecine générale et thérapeutique.	Bès.	»	Costagliola
Pathologie expérimentale	Gleizes.	Orthopédie, Traumatologie, Chirurgie plastique et reconstructive.	Utheza Guy
Médecine générale.	Arlet (J.).	Urologie.	Pontonnier F.
Dermatologie, Vénéréologie. . . .	Dupré.	Histologie, Embryologie, Cytogénétique.	Soleilhavoup.
Thérapeutique.	Denard	Biophysique.	Guiraud (R.)
Physiologie.	Geral (J.-P.)	Physiologie.	Pagès (B.).
Cardiologie.	Bounhoure	Parasitologie.	Larrouy.
Thérapeutique, Réanimation médicale, Rééducation fonctionnelle et Hydrologie.	Salvador (M.).	Immunologie, Hématologie, Maladies du sang.	Biermé (R.).
Radiologie.	Combes (P).	Anatomie et organogénèse.	Juskiewenski
Pneumo-Phtisiologie.	Albarède J.-L.	Médecine Interne.	Fedou Robert
Pédiatrie génétique médicale. . .	Rochiccioli.	Médecine Générale.	Rascol

AGREGES

Médecine générale.	MM. Calazel.	Médecine légale	MM. Grezes-Rueff
»	Le Talleg.	Neurologie et psychiatrie	Gayral.
Chirurgie générale.	Gaubert.	Ophtalmologie	Bec.

AGREGES LIBRES

Chirurgie générale	MM. Souquet.	Obstétrique	M. Espagno G.
Pathologie chirurgicale	Dieulafé.		

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE

Psychiatrie. . . . . M. Laboucarie.

PERSONNEL ADMINISTRATIF

Secrétaire Général de l'Université. . . . . M. Prineau J.-P.

La Faculté déclare n'être pas responsable des opinions émises par les candidats.
(Déclaration en date du 12 mai 1891.)

A LA MEMOIRE DE MES GRANDS-PARENTS

A MA GRAND-MERE

A MES PARENTS

A MA SŒUR

A TOUTE MA FAMILLE

A MES AMIS

A NOTRE MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR A. BAISSET

Professeur de Physiologie Appliquée et de Pharmacologie
Directeur Honoraire de l'Institut Régional
d'Education Physique et Sportive de Toulouse
Chevalier de la Légion d'Honneur

Nous tenons à lui exprimer nos respectueux remerciements pour nous avoir confié des fonctions d'enseignement dans son laboratoire et pour nous avoir fait l'honneur de présider cette thèse.

Qu'il nous soit permis de lui exprimer ici notre gratitude et notre profond respect.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

A MONSIEUR LE PROFESSEUR R. RUFFIE

Professeur de Clinique Rhumatologique
Médecin des Hôpitaux

Qui a bien voulu siéger dans notre Jury de Thèse.

Nous le remercions pour son enseignement, pour sa bienveillante sympathie, et aussi pour avoir su nous faire aimer la Rhumatologie.

Qu'il trouve ici l'expression de notre respectueuse gratitude.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR A. DELAUDE

Professeur de Clinique de Pneumo-Phtisiologie
Médecin des Hôpitaux

Pour la bienveillante sympathie qu'il nous a témoignée au cours de nos études médicales.

Pour l'amabilité avec laquelle il a bien voulu nous accueillir dans son Service, où nous avons pu nous initier à la médecine dès nos premières années d'études.

Nous sommes heureux de pouvoir lui dire ici notre déférente reconnaissance.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR P. MONTASTRUC

Professeur à la Faculté
Docteur ès Sciences

En témoignage de notre sincère gratitude pour sa bienveillance tout au long de nos études médicales.

Nous lui exprimons nos respectueux remerciements : il nous a donné comme sujet de thèse un travail de recherche dont il est le principal réalisateur.

A MONSIEUR J.-P. GERAL

Maître de Conférence Agrégé
Médecin des Hôpitaux

A qui nous exprimons nos respectueux remerciements pour avoir bien voulu siéger dans notre Jury de Thèse.

A MONSIEUR J. CASAMAYOU

Professeur d'Education Physique
Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure d'Education Physique
Inspecteur de la Jeunesse et des Sports
Directeur du Centre Régional d'Education Physique et Sportive de Toulouse

Qui nous a si aimablement accueilli dans son établissement.
Qui a tout fait pour nous permettre de mener à bien ce travail.
Qu'il trouve ici l'expression de notre respectueuse amitié.

AUX ELEVES DE LA PROMOTION M1 1970-71
DU CENTRE REGIONAL D'EDUCATION
PHYSIQUE ET SPORTIVE DE TOULOUSE

Auxquels nous exprimons nos bien sincères remerciements. Grâce à leur bonne volonté, à leur compréhension, nous avons pu mener à bien ce travail.

PLAN

Chapitre I :

MOUVEMENTS DE L'EAU ET DES SELS

— Répartition et mouvements de l'eau et des sels
— Régulation des mouvements de l'eau et des sels
— L'hormone antidiurétique.

Chapitre II :

INFLUENCE DE L'EXERCICE PHYSIQUE
SUR L'EQUILIBRE HYDROMINERAL
ET SUR LA SECRETION
DE L'HORMONE ANTIDIURETIQUE.

Chapitre III :

* TRAVAUX ANTERIEURS :

— Rappels
— Méthodes biologiques de mesure de l'activité de l'hormone antidiurétique.

* LE PROBLEME POSE

Chapitre IV :

TRAVAUX PERSONNELS
RESULTATS

Conclusion.

INTRODUCTION

Depuis 1952, les Professeurs Baïsset et Montastruc étudient au Laboratoire de Physiologie Appliquée de la Faculté de Médecine de Toulouse la régulation endocrienne des mouvements de l'eau et à l'Institut Régional d'Education Physique et Sportive les modifications de la sécrétion antidiurétique au cours de divers types d'exercices physiques.

Cette thèse prend place dans cette perspective et concerne le retentissement de deux types d'exercices sur l'activité de l'hormone antidiurétique.

Les expériences effectuées depuis cette date à la Faculté de Médecine de Toulouse ont établi l'existence de corrélations entre la neuro-hypophyse et le cortex surrénal, analysé l'influence des changements de volume sur les sécrétions de la neuro-hypophyse et du cortex surrénal, démontré l'existence d'actions extra-rénales de l'hormone antidiurétique, d'un effet hypoglycémiant en particulier...

Diverses thèses ont essayé de préciser les effets de diverses activités physiques sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique :

— la thèse de M. Fitouri, en 1962, met en évidence l'augmentation de sécrétion antidiurétique après une course de 100, 400, ou 1000 mètres.

— la thèse de A. Lamothe, en 1964, paraît démontrer l'existence d'un seuil d'activation de la neuro-hypophyse.

— la thèse de Y. Prat, en 1965, montre que le seuil d'activation de la neuro-hypophyse est plus bas chez l'homme non entraîné.

— la thèse de A. Bergès, en 1966, montre la disparition

du pouvoir antidiurétique du sang lors d'un exercice de durée moyenne.

— la thèse de M. Lapierre-Armande, en 1967, confirme qu'un exercice statique bref de 2 minutes augmente la sécrétion antidiurétique.

— la thèse de M.-C. Cayret-Grimal, en 1969, a mis en évidence la disparition de l'activité antidiurétique et l'apparition d'un pouvoir diurétique dans le sang lors d'exercices de longue durée.

Dans cette suite de travaux, cette thèse a recherché, par des méthodes d'investigation directement applicables à l'homme : la clearance de l'eau libre, l'influence d'exercices brefs et d'exercices longs sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique.

Il sera d'abord fait un rappel de la régulation des mouvements de l'eau et des sels, puis de la régulation de la sécrétion de l'hormone antidiurétique. L'exposé de nos travaux sera enfin précédé d'une étude des modifications de l'équilibre hydrominéral au cours du travail.

CHAPITRE I

MOUVEMENTS DE L'EAU ET DES SELS

L'eau est la base structurale et fonctionnelle des êtres, la condition de vie au-dedans et au-dehors des cellules. Elle est le support de tous les métabolismes, et avec les sels est soumise à de constants mouvements d'échanges.

I. Répartition et mouvements de l'eau et des sels dans l'organisme

1° Compartiments hydrosalins de l'organisme.

L'eau et les sels se répartissent dans l'organisme :

— en un secteur liquidien extra-cellulaire assurant les échanges entre le milieu extérieur et le milieu intra-cellulaire ;

— en un secteur liquidien intra-cellulaire dont « la fixité est la condition d'une vie libre et indépendante » (Claude Bernard).

Les échanges entre milieu intra-cellulaire et milieu extérieur se font par les liquides interstitiels.

Le secteur extra-cellulaire comprend :

— une partie circulante : le plasma (5 p. 100 du poids corporel) ;

— une partie relativement stagnante, interstitielle située à la fois en dehors des vaisseaux et des cellules (15 p. 100 du poids corporel). Ce liquide interstitiel contient les mêmes électrolytes fondamentaux que le plasma, sodium, potassium, chlore, bicarbonate mais s'en distingue par sa pau-

vreté en protéines (0 m Eq contre 16 m Eq dans le plasma).

Le secteur intra-cellulaire contient :

— des électrolytes fondamentaux, essentiellement représentés par le potassium et des phosphates ;

— une forte proportion de protéines ;

— certains éléments organiques, comme le glucose et l'urée, existant aussi dans le secteur extra-cellulaire.

2° Les facteurs de la répartition de l'eau et des sels dans les divers compartiments.

Les compartiments intra et extra-cellulaires sont séparés par des membranes hémiperméables :

— membrane cellulaire entre le liquide intra-cellulaire et le liquide interstitiel ; cette membrane sépare deux milieux où des ions facilement diffusibles sont répartis de façon sensiblement égale ;

— membrane capillaire, entre le liquide interstitiel et le plasma, qui se comporte comme un ultra-filtre et ne laisse passer que les ions de petite dimension.

Trois facteurs essentiels commandent la répartition de l'eau et des sels dans les divers compartiments :

* *Le métabolisme cellulaire.*

Les ions sodium pénètrent librement dans la cellule mais sont rejetés en permanence dans le milieu extérieur. Le potassium s'accumule ainsi dans la cellule et le sodium est expulsé dans le liquide interstitiel. Cette répartition ionique est à l'origine de la polarisation électrique de la membrane.

* *Les forces osmotiques*

entretenues par les concentrations ioniques, maintiennent l'eau dans les divers milieux. A l'intérieur des vaisseaux, la pression oncotique des protéines limite la sortie de l'eau des capillaires vers les espaces interstitiels.

* *La pression hydrostatique sanguine*

élevée dans le capillaire artériel, elle décroît régulière-

ment dans le réseau capillaire veineux. Le passage de l'eau et des substances dissoutes dans le plasma vers les espaces interstitiels est un phénomène de filtration réglé par la différence entre la pression hydrostatique du sang dans le vaisseau qui tend à faire passer le liquide du plasma vers le secteur interstitiel, et la pression oncotique des protéines plasmatiques qui s'oppose à cette force de filtration.

3° Les échanges hydrosalins avec le milieu extérieur.

Ils comportent trois étapes :

a) *Ingestion et absorption*

au niveau du tube digestif. Les boissons sont la principale source d'eau, dont l'absorption se fait dans l'intestin grêle et le côlon ascendant. L'eau des sécrétions digestives est aussi entièrement réabsorbée par l'intestin.

Les pertes salines, urinaires ou fécales, sont compensées par un apport alimentaire adéquat de substances minérales.

b) *Transit dans l'organisme.*

* Le passage de l'eau et des sels du plasma vers les liquides interstitiels est un phénomène de filtration réglé par le jeu de deux forces antagonistes : pression hydrostatique sanguine et pression oncotique des protéines.

* Le passage de l'eau et des sels à travers la paroi cellulaire s'effectue librement selon les lois de la diffusion et de l'osmose.

* Le passage de l'eau d'un secteur à l'autre dépend des variations de pression osmotique et d'un travail actif de la cellule.

c) *Elimination.*

L'élimination digestive de l'eau et des sels est très limitée ; c'est surtout au niveau des poumons, de la peau et du rein que s'opère la plus grande partie de cette élimination.

Le rein élimine en effet 1 500 à 2 000 ml d'eau par jour, après que la moyenne partie de l'ultra-filtrat glomérulaire a été réabsorbée.

II. Régulation des mouvements de l'eau et des sels

Les variations permanentes des quantités d'eau et de sels circulant dans l'organisme, sont contrôlées par un système neuro-hormonal assurant une constance de la pression osmotique du milieu intérieur.

1° Régulation des apports hydriques.

Cette régulation se fait par le mécanisme de la soif, localisé à la base de la langue et du palais.

La soif est déterminée de façon schématique par :

— des facteurs humoraux : déshydration cellulaire ;

— des facteurs centraux : existence de structures encéphaliques hypothalamiques osmo-sensibles ;

— des facteurs locaux : sécheresse buccale et sécrétion salivaire.

2° Régulation des pertes hydro-salines.

Elle est assurée par le rein, dont la fonction est contrôlée :

— par des facteurs hémodynamiques et nerveux accessoires et non spécifiques ;

— par des facteurs hormonaux prépondérants.

a) *Les facteurs hémodynamiques et nerveux.*

Ils interviennent surtout dans la filtration glomérulaire.

Toute élévation de la pression sanguine artérielle consécutive à la vasoconstriction artériolaire ou à l'augmentation de la masse sanguine accroît la filtration glomérulaire et la diurèse. Une diminution de la tension artérielle entraîne au contraire une chute de la diurèse.

Mais l'intégration de la fonction rénale se fait surtout par des facteurs endocriniens spécifiques.

b) *Les facteurs endocriniens.*

Divers facteurs règlent principalement les phénomènes de réabsorption.

* *L'hormone antidiurétique neuro-hypophysaire.*

Cette hormone est sécrétée par la partie postérieure de l'hypophyse ou neuro-hypophyse et donne au rein la possibilité d'émettre une urine hypertonique.

La sécrétion de l'hormone antidiurétique et la mesure de son activité seront étudiées plus loin dans cette thèse.

* *Les hormones du cortex surrénal.*

— *L'aldostérone.*

Elle fut isolée en 1952, synthétisée en 1953 et appelée aldostérone.

Elle agit en provoquant l'échange des ions Na^+ du liquide tubulaire contre des ions H^+ et K^+ des cellules tubulaires. Elle détermine donc la réabsorption du Na^+ et l'élimination du K^+ et de H^+. Ces échanges se font au niveau de la portion large de la branche ascendante de l'anse de Henle et du tube contourné distal. La régulation de la sécrétion d'aldostérone se fait par l'action de trois facteurs :

— la composition ionique du plasma, c'est-à-dire le rapport Na - K qui agit sur les cellules sécrétoires ;

— le volume plasmatique, apprécié par des récepteurs siègeant dans divers territoires de l'appareil circulatoire ;

— l'angiotensine, sécrétée par le rein lorsque sa vascularisation est insuffisante.

Par son intervention sur la réabsorption du sodium, l'aldostérone contrôle le volume du liquide extra-cellulaire, mais inversement la volémie règle la sécrétion d'aldostérone.

— *Les cortisoniques*

sont représentés par la cortisone et l'hydrocortisone.

Ces hormones stimulent la réabsorption du sodium,

inhibent celle du potassium, et favorisent l'excrétion potassique. Leur rôle dans la régulation de l'élimination de l'eau est prépondérant, et ces hormones ont un puissant effet diurétique utilisé en thérapeutique.

La corticotrophine anté-hypophysaire, libérée dans les états d'agression, agit sur la couche moyenne du cortex surrénal, zone de sécrétion des hormones cortisoniques.

III. L'hormone antidiurétique
Sécrétion — Activité — Mesures

Sécrétion.

L'hormone antidiurétique, ou vasopressine, est sécrétée par la partie postérieure de l'hypophyse ou neuro-hypophyse : c'est une neuro-sécrétion.

Lieux d'action de l'hormone antidiurétique.

La réabsorption de l'eau par le tube rénal est un processus entièrement passif, même au niveau des canaux collecteurs où s'effectue la concentration finale de l'urine. Cette réabsorption de l'eau au niveau du néphron se fait selon deux modes, le coefficient de perméabilité osmotique variant beaucoup d'un segment à l'autre du tubule, et, pour le tube distal, d'un état fonctionnel à l'autre.

Dans la portion proximale du tube rénal, la réabsorption de l'eau est dite obligatoire en ce sens qu'elle est passivement subordonnée à la réabsorption simultanée des solutés.

Dans le tube contourné distal et dans le canal collecteur, par contre, la perméabilité des parois pour l'eau est susceptible de varier en réponse à l'action de l'hormone antidiurétique neuro-hypophysaire. Ainsi, la réabsorption d'eau qui intervient à ce niveau est elle-même variable et est dite réabsorption facultative, qualificatif qui souligne sa dépendance d'un facteur régulateur spécifique, en l'occurrence l'hormone antidiurétique.

En dehors de cette action de l'hormone antidiurétique sur le tube rénal, il faut aussi noter son action sur les

sécrétions glandulaires sudorales, salivaires et au niveau de tout secteur où peut intervenir un phénomène de conservation du capital hydrique de l'organisme.

Facteurs de sécrétion.

L'hormone antidiurétique est sécrétée en permanence, et ce « tonus antidiurétique » est entretenu par 4 groupes de facteurs.

1° *Des facteurs osmotiques.*

L'existence de ces facteurs osmotiques a été mise en évidence par Verney en 1947 : la pression osmotique plasmatique artérielle constitue, par l'intermédiaire d'osmorécepteurs situés sur le trajet de la carotide interne, un stimulus spécifique de la neuro-hypophyse. Une augmentation de pression osmotique du plasma carotidien stimule la sécrétion d'hormone antidiurétique et augmente donc la réabsorption de l'eau au niveau du tube rénal.

2° *Des facteurs volumétriques.*

Il existe dans le territoire vasculaire des volorécepteurs pouvant informer la neuro-hypophyse de l'état de réplétion ou de déplétion de l'appareil circulatoire. L'expansion du volume plasmatique, par exemple, déclenche une polyurie par inhibition de la sécrétion antidiurétique. Le rôle tenu par l'hormone antidiurétique concerne non seulement le maintien de l'isotonie plasmatique mais assure aussi la constance du volume sanguin et plasmatique.

3° *Des facteurs thermiques.*

La chaleur active la neuro-hypophyse et le mécanisme hormonal de conservation de l'eau, alors que le froid inhibe la sécrétion antidiurétique.

Chaque fois que l'exercice d'une fonction implique un appel de l'eau et des sels disponibles, la sécrétion neuro-hypophysaire intervient pour réduire les pertes en eau.

4° *Des facteurs neuro-végétatifs.*

La douleur, l'émotion, l'exercice physique entraînent une

oligurie comparable à celle obtenue par injection d'hormone antidiurétique.

Nous étudierons dans un chapitre ultérieur les variations de la sécrétion de l'hormone antidiurétique au cours de l'exercice physique.

Méthodes de mesure de l'activité de l'hormone antidiurétique.

Diverses méthodes permettent la mesure de l'activité de l'hormone antidiurétique. Au Laboratoire de Physiologie Appliquée de Toulouse, deux méthodes sont utilisées :

— au cours des travaux antérieurs, une technique biologique utilisant le Rat éveillé ou éthanolisé comme réactif ;

— au cours de nos recherches, la mesure de la clearance de l'eau libre, indice de l'activité antidiurétique du sérum.

L'exposé de ces deux processus de mesure de l'activité antidiurétique sera fait ultérieurement dans cette thèse.

CHAPITRE II

INFLUENCE DE L'EXERCICE PHYSIQUE SUR L'EQUILIBRE HYDROMINERAL ET SUR LA SECRETION DE L'HORMONE ANTIDIURETIQUE

I. Sur l'équilibre hydrominéral.

L'activité musculaire s'accompagne d'une augmentation du débit sanguin, d'une élévation de la pression artérielle et d'un accroissement de la perméabilité capillaire.

Ces trois facteurs augmentent l'exsudation plasmatique et on peut même noter une gêne au retour du liquide interstitiel au pôle veineux du réseau capillaire, due à une augmentation de la pression veineuse. Le volume plasmatique peut diminuer de 16 à 20 %.

Ce mouvement liquidien est encore favorisé par l'activité osmotique de nombreuses petites molécules libérées dans les espaces extra-cellulaires par la contraction musculaire.

1° *La pression osmotique.*

Durant l'activité, l'élévation de la pression osmotique extra-cellulaire peut atteindre 50 % de la pression osmotique de repos. Elle provoque un appel de liquide qui augmente le volume musculaire et ce gonflement musculaire est en partie responsable de la rigidité observée après un exercice physique sévère.

La correction de l'hypertonie extra-cellulaire consécutive à l'exercice physique tend donc à créer une déshydratation cellulaire mise en lumière par les modifications de la pression osmotique plasmatique sous l'influence du travail

musculaire correspondant à une course de 400 mètres et une épreuve de 100 mètres nage libre, où la concentration moléculaire et ionique globale du plasma s'élève notablement.

2° *Les électrolytes.*

a) *La natrémie* augmente de 2 à 10 % en fonction de l'intensité de l'effort par suite du départ liquidien vers les espaces inter-cellulaires du muscle.

b) *La kaliémie* augmente davantage, de 7 à 20 % en fonction de la nature du travail, en partie sous l'effet de l'hémo-concentration, mais surtout par suite de la libération de potassium par le muscle au travail.

c) *Le taux des protéines sériques* s'élève au cours de l'exercice, ce qui traduit une concentration sanguine contemporaine de l'activité physique. Le rapport albumines-globuline croît par suite du passage des globulines dans les espaces interstitiels.

Tous ces phénomènes entraînent une augmentation de la viscosité et de la tension superficielle plasmatiques.

II. Sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique.

L'exercice physique, la contraction musculaire entraînent un passage d'eau du plasma vers les cellules des muscles actifs, responsable d'une hypertonie plasmatique. Cette hypertonie a pour effet d'accroître la sécrétion d'hormone antidiurétique.

L'augmentation de la sécrétion antidiurétique est plus ou moins importante selon la nature et surtout selon la durée de l'exercice physique.

a) *Un exercice intense et bref* entraîne une réduction du volume urinaire, due à une grande efficacité de la réponse antidiurétique. On peut observer de plus, dans certains cas, une albuminurie avec cylindrurie et parfois même

hématurie qui serait la conséquence de l'hyperpression sanguine dans tout le territoire rénal, y compris les capillaires glomérulaires, et d'un accroissement de la perméabilité épithéliale.

b) *Un exercice prolongé d'intensité modérée* entraîne une augmentation du volume urinaire, sous l'effet conjoint d'un accroissement du catabolisme et de la stimulation de la sécrétion des hormones cortisoniques à effet diurétique.

La perte d'eau par voie rénale et extra-rénale au cours de l'exercice physique et l'hémo-concentration qui en est la conséquence entraînent la sensation de soif dont la satisfaction concourra aussi à redresser le bilan hydrique déficitaire.

L'exercice physique modifie les divers postes du bilan hydrosalin; facteur d'hypertonie et d'exsudation plasmatiques, l'activité musculaire détermine des réactions compensatrices du système neuro-endocrinien régulateur de l'équilibre hydro-électrolytique.

CHAPITRE III

TRAVAUX ANTERIEURS
PROBLEME POSE

Les travaux effectués dans le laboratoire de Pharmacologie et de Physiologie Appliquée de la Faculté de Médecine de Toulouse, sous la direction des Professeurs Baïsset et Montastruc, ont mis en évidence l'influence de l'exercice physique sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique et précisé les effets de divers types d'exercices physiques sur cette sécrétion neuro-hypophysaire.

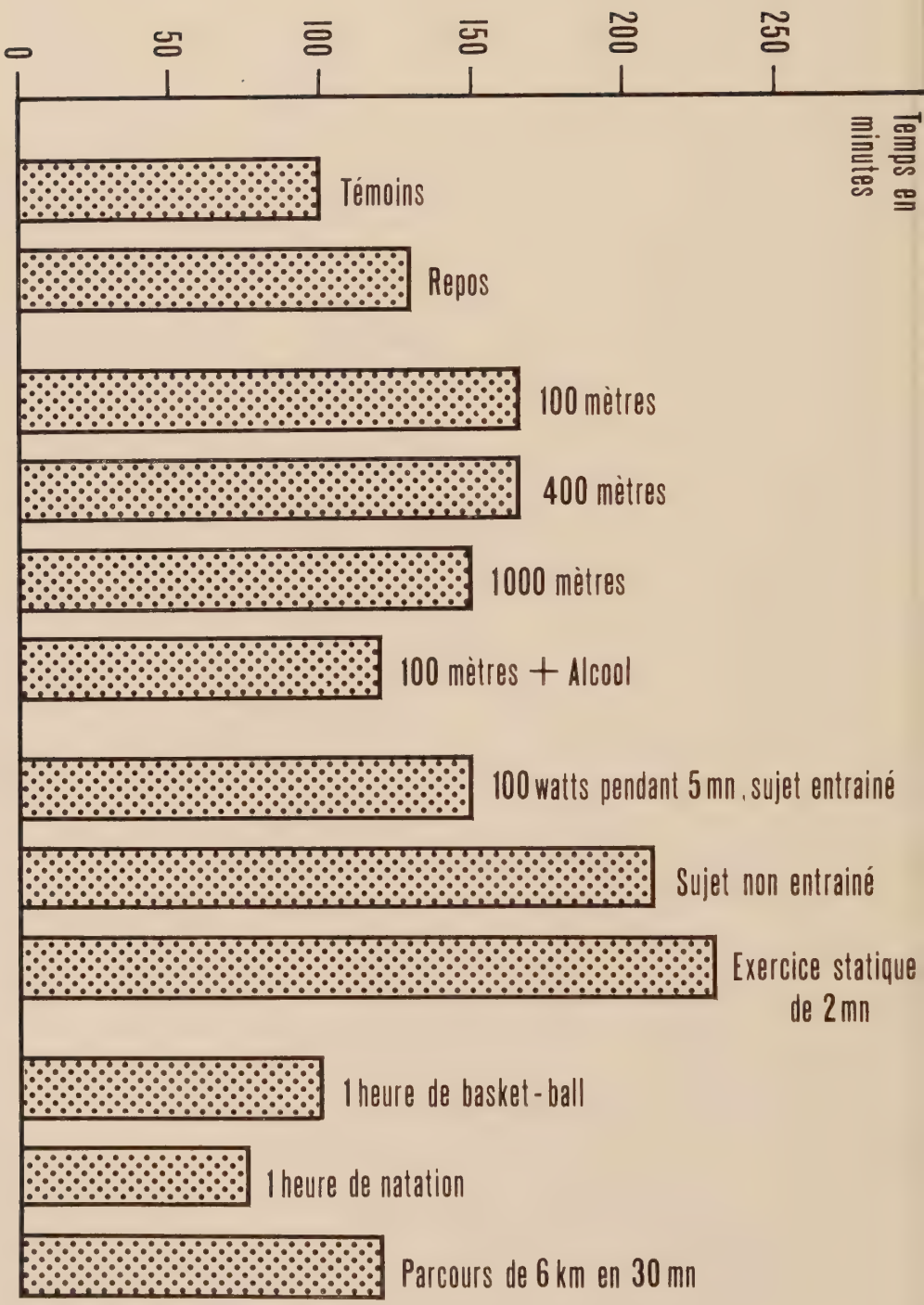
1° *Le pouvoir antidiurétique du sang augmente* après une course de 100, 400 ou 1000 mètres. Cet effet de l'exercice ne se produit pas si le sujet absorbe avant l'épreuve un demi-litre d'alcool à 10°.

2. *Il existe un seuil d'activation* de la sécrétion d'hormone antidiurétique neuro-hypophysaire au cours de l'exercice physique : un travail sur bicycle ergométrique durant 5 minutes entraîne un accroissement du pouvoir antidiurétique du sang à partir d'un travail liminaire de 100 watts, soit 8,12 calories et 34,4 litres d'oxygène pour un rendement de 20 %.

Ce seuil d'activation de la neuro-hypophyse est plus bas chez le sujet non entraîné.

3. *Importance de la durée de l'exercice.*

* un effort statique bref de 2 minutes
du type de celui produit par une épreuve d'haltérophilie,


0
50
100
150
200
250
Temps en minutes
Témoins
Repos
100 mètres
400 mètres
1000 mètres
100 mètres + Alcool
100 watts pendant 5 mn, sujet entrainé
Sujet non entrainé
Exercice statique de 2 mn
1 heure de basket-ball
1 heure de natation
Parcours de 6 km en 30 mn

entraîne une augmentation du pouvoir antidiurétique du sang;

* un exercice de longue durée

entraîne une diminution ou même une disparition du pouvoir antidiurétique sanguin. En effet, à partir de la trentième minute d'un match de basket ou d'un parcours de cross, on observe une réduction puis une disparition de la sécrétion neuro-hypophysaire; dans certains cas, un exercice durant 1 heure, plus particulièrement la natation, provoque l'apparition dans le sang d'un principe diurétique.

Les résultats de ces recherches sur l'influence de l'exercice physique sur l'activité antidiurétique peuvent être schématisés sur un graphique (voir page 28) où l'activité antidiurétique du sérum sanguin est proportionnelle au temps mis par des rats pour excréter une charge hydrique.

Ces divers travaux ont permis d'opposer les exercices statiques ou dynamiques de courte durée aux exercices physiques prolongés durant environ 1 heure, en raison de leur influence respectivement opposée sur la sécrétion d'hormone antidiurétique.

Ces travaux ont apprécié les effets de l'exercice physique sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique neuro-hypophysaire, par une méthode biologique de mesure de cette activité hormonale.

Cette technique nécessite le prélèvement d'échantillons sanguins sur des sujets ayant accompli un exercice physique puis l'injection à des rats du sérum sanguin après coagulation et centrifugation; l'étude des variations de la diurèse de ces animaux après injection de l'échantillon sanguin permet d'évaluer l'activité antidiurétique du sérum de chaque athlète après diverses épreuves physiques.

Le problème qui se posait à nous était de savoir si les résultats trouvés par cette technique biologique de dosage de l'hormone antidiurétique dans les travaux antérieurs, allaient être ou non confirmés par des méthodes d'exploration directement appliquées à l'homme : la mesure de la clearance de l'eau libre.

CHAPITRE IV

TRAVAUX PERSONNELS

Depuis les travaux effectués par VERNEY en 1947, on considère que l'exercice physique met en jeu la neuro-hypophyse. En effet, l'activité musculaire bloque la diurèse aqueuse au même titre qu'une dose adéquate d'hormone antidiurétique.

Nous avons cherché à confirmer, par des méthodes d'investigation différentes, les résultats de travaux précédemment effectués dans le Laboratoire de Pharmacologie et Physiologie Appliquée et selon lesquels :

— des exercices brefs
haltérophilie, course de 100 mètres plat, course de 400 mètres plat, augmentent le pouvoir antidiurétique du sérum sanguin.

— des exercices longs
match de basket, leçon de natation, cross de 10 km environ, réduisent l'activité antidiurétique du sérum.

I. TECHNIQUES

A. LE PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Le protocole expérimental est le même pour chacune des 6 épreuves :

— Athlètes à jeun depuis la veille au soir.

— Miction totale 1 h à 1 h 30 avant l'épreuve.

— Ponction veineuse.

— Miction précédant immédiatement le début de l'épreuve, avec recueil des urines et calcul du débit urinaire-minute.

— Epreuve physique.

Selon la durée de l'épreuve, il sera fait une seule prise d'urines à la fin de l'exercice, ou plusieurs prises d'urines pendant l'exercice lui-même. Le débit est simultanément noté.

— Recueil des urines.

A la fin de l'épreuve, puis 30 mn après la fin de l'épreuve.

Ces expériences ont été faites au Centre Régional d'Education Physique et Sportive de Toulouse : nous tenons à remercier M. Casamayou, Inspecteur de la Jeunesse et des Sports, Directeur du C.R.E.P.S. de Toulouse, qui nous a donné son autorisation et a mis tout en œuvre pour que ce travail s'effectue dans les meilleures conditions possibles. Les étudiants en Education Physique et Sportive de la promotion M 1, athlètes en excellente condition physique, se sont très aimablement et bénévolement soumis aux divers tests et prélèvements, malgré les changements dans leur emploi du temps et malgré les efforts physiques successifs imposés par les conditions de base des expériences. Ils nous ont ainsi permis de travailler dans une ambiance très sympathique de compréhension et de bonne volonté.

Il faut aussi noter la participation de quelques athlètes du Toulouse Université-Club qui ont bien voulu effectuer l'épreuve de cross. C'est ainsi sur des sujets spécialisés dans cette discipline que les mesures ont pu être réalisées.

10 athlètes participent à chaque épreuve, ils sont au préalable entraînés à uriner le plus totalement possible à la demande ; les mesures de pressions osmotiques sanguine et urinaire sont faites dans le Laboratoire de Pharmacologie.

B. Les épreuves physiques.

Nous distinguons 2 types d'exercices :

1° *Les exercices de brève durée,* où l'effort physique fourni est intense mais limité dans le temps. 3 exercices ont été choisis :

* *L'haltérophilie.*

L'athlète maintient une barre d'haltérophilie portant 40 kg, pendant 2mn, en position finale du développé. Cet effort est intense et nécessite une équilibration des oscillations musculaires dues à la tétanisation et dont l'amplitude est surtout marquée au bout de 1 mn 15 à 1 mn 30 selon les sujets. L'épreuve a eu lieu à 8 h.

* *Le 100 mètres.*

L'épreuve s'est déroulée sur une piste en cendrée, à 8 h du matin, par une température de 5 degrés environ. Les athlètes se sont échauffés légèrement avant la course, pendant environ 5 minutes. Sur 5 sujets, la miction avant épreuve a été faite avant l'échauffement, et sur les 5 autres après échauffement, sans que des variations sensibles de débit urinaire aient été notées. Les temps de course étaient de 12 secondes en moyenne.

* *Le 400 mètres.*

Les conditions sont les mêmes que celles du 100 m, la température étant de 5 degrés environ. La course a duré de 55 à 60 secondes.

2° *Les exercices de longue durée* où l'effort physique fourni est d'intensité modérée mais réparti sur une durée de 1 heure.

* *Le parcours en terrain varié*

était le parcours de cross du C.R.E.P.S. Les athlètes ont couru 40 minutes et couvert une distance de 8 à 12 km selon le train adopté par chacun. L'épreuve s'est déroulée à 8 h du matin par une température de 10 degrés environ.

* *La natation.*

De 8 h 15 à 9 h 15, les athlètes ont suivi une séance d'entraînement de natation, en piscine couverte dont l'eau était à une température de 22 degrés. Le programme comprenait :

— 2 fois 125 mètres en nage libre ;

— 10 séries de 35 mètres en crawl, en accélération. Ces séries de nage étaient séparées entre elles par un temps de récupération de 3 minutes.

* *Le basket.*

Le match s'est déroulé dans une salle de sports couverte, à 8 h, par une température de 10 degrés environ, les joueurs ont fait un match de 60 mn, sans mi-temps, en jouant chacun à tous les postes.

C. LES PRELEVEMENTS - LES MESURES

1° *Les prélèvements.*

a) *La prise de sang.*

De 8 à 10 ml, est faite sur le sujet au lit, au milieu du temps séparant la miction totale initiale et la miction précédant l'épreuve. Une seule ponction étant suffisante.

b) *Les prélèvements urinaires.*

Quel que soit l'exercice envisagé, une première miction est faite 1 h à 1 h 30 avant le début de l'épreuve, qui permet d'éliminer les catabolites filtrés par le rein et présents dans les urines. Une deuxième miction est faite immédiatement avant le début de l'épreuve et un échantillon est conservé.

* *Selon la durée de l'exercice.*

Divers échantillons sont prélevés, à divers moments de l'exercice :

Pour les exercices brefs :

— un échantillon 5 minutes après la fin de l'épreuve ;

— un échantillon 30 minutes après la fin de l'épreuve.

Pour les exercices longs :

— 5 échantillons pour le basket et la natation, recueillis 5 mn, 15 mn, 30 mn, 45 mn, après le début de l'exercice puis un dernier échantillon en fin d'exercice 60 mn après le début ;

— 4 échantillons pour le cross, recueillis 5 mn, 15 mn, 30 mn, après le début de l'exercice, puis un dernier échantillon en fin de parcours, 45 mn après le début.

Ces divers échantillons permettront la mesure de la pression osmotique du sang et des urines, à divers moments de l'exercice physique.

2° Les mesures.

Le calcul de la clearance de l'eau libre nécessite la connaissance :

— du débit urinaire d'une part ;

— de la pression osmotique urinaire et sanguine d'autre part.

La clearance de l'eau libre est calculée selon la formule :

$$\text{Clearance de l'eau libre} = V\left(1 - \frac{U}{P}\right)$$

où :

— V est le débit urinaire en millilitres par minute,

— U est la pression osmotique urinaire en milliosmols.

— P est la pression osmotique sanguine en milliosmols.

a) *Le débit urinaire.*

Il est facilement calculé par la quantité d'urine émise à chaque miction, le temps séparant deux mictions étant constant pour chaque série d'épreuves.

b) *La pression osmotique urinaire*

est mesurée sur chaque échantillon urinaire prélevé, par la méthode du delta cryoscopique à l'osmomètre Advanced.

Dans les conditions normales de vie, la valeur de la pression osmotique urinaire est susceptible de varier de 50 à 1 200 milliosmols.

c) *La pression osmotique du sang.*

Elle est mesurée sur le seul échantillon de sang veineux prélevé, car les variations que subit la pression osmotique sanguine au cours de l'exercice physique sont négligeables et n'interfèrent pas de façon significative sur la valeur de la clearance de l'eau libre. Cette pression osmotique sanguine a une valeur oscillant entre 280 et 300 milliosmols.

D. LA CLEARANCE DE L'EAU LIBRE

1° *La notion de clearance.*

La clearance d'une substance, terme anglais désignant « le taux d'épuration plasmatique » d'une substance, est une grandeur arbitraire destinée à exprimer l'efficacité relative avec laquelle le rein épure le plasma de cette substance : elle est mesurée par la fraction $\frac{U.\ V.}{P}$ où U et P sont les concentrations respectives de la substance dans les urines et le plasma veineux, et V le débit urinaire : la clearance d'une substance, exprimée en ml/mn, mesure donc le volume de plasma complètement débarrassé de cette substance par les reins dans l'unité de temps.

La clearance d'une substance est d'autant plus basse qu'elle est plus efficacement réabsorbée le long du tubule urinaire, ou au contraire d'autant plus élevée qu'elle est peu réabsorbée.

La méthode des clearances comparées permet non seulement d'analyser qualitativement le comportement de telle

ou telle substance dans telle ou telle condition expérimentale, mais surtout elle procure un bilan quantitatif des processus de réabsorption ou d'excrétion tubulaire de la substance étudiée dans la condition choisie.

En outre, ce bilan peut être dressé sans aucune intervention expérimentale sur le rein lui-même, puisque des prises de sang et le recueil des urines y suffisent.

Sur le plan physiologique, les mesures de clearance présentent cependant des limitations : si elles fournissent un bilan net des fonctions tubulaires, elles ne permettent en aucun cas, à elles seules, de localiser le long des néphrons le ou les segments tubulaires dont les parois sont le siège des processus de réabsorption ou d'excrétion observés.

2° *La clearance de l'eau libre.*

Le travail de dilution ou de concentration de l'urine par le rein est commodément exprimé par la clearance de l'eau libre C. H_2O.

$$C.\ H_2O = V\left(1 - \frac{U\ osm}{P\ osm}\right)$$

où U est la pression osmotique urinaire

et P est la pression osmotique plasmatique

et V le débit urinaire.

Lorsque l'urine est iso-osmotique au plasma

$\left(\frac{U\ osm}{P\ osm} = 1\right)$, la clearance de l'eau libre est nulle.

Quand l'urine est hypotonique, par rapport au plasma, la clearance de l'eau libre est positive.

Lorsque l'urine est hyper-osmotique par rapport au plasma, la clearance de l'eau libre est négative. La clearance de l'eau libre mesure donc, par rapport à un liquide iso-osmotique, la quantité d'eau pure que le rein récupère dans l'urine (clearance de l'eau libre négative), ou ajoute à l'urine (clearance positive) par unité de temps.

La positivité de la clearance de l'eau libre traduit une augmentation de la quantité d'eau libre contenue dans les urines, une dilution des urines, correspondant à une diminution de l'activité de l'hormone antidiurétique.

La négativité de la clearance de l'eau libre traduit au contraire une augmentation de l'activité antidiurétique neuro-hypophysaire, entraînant l'émission d'urines concentrées, pauvres en eau libre. L'augmentation de la négativité de la clearance exprime donc une augmentation de l'activité de l'hormone neuro-hypophysaire.

En pouvant faire varier dans de larges limites la clearance de l'eau libre sous un contrôle hormonal assuré par l'hormone antidiurétique, le rein joue un rôle régulateur déterminant dans la balance hydrique de l'organisme et de la pression osmotique du milieu intérieur.

Il faut insister sur le fait que l'hormone antidiurétique, dans les conditions normales, chez l'homme, n'affecte pas le débit d'excrétion des substances dissoutes, mais seulement celui de l'eau.

Ainsi, le taux d'excrétion des solutés peut être mesuré par la clearance osmotique soit C. osm.

$$C.\ osm = \frac{U\ osm\ V}{P\ osm}$$

où U osm et P osm désignent respectivement la pression osmotique de l'urine et du plasma, et V le début urinaire.

La clearance osmotique n'est pas contrôlée par l'hormone antidiurétique, parce que U osm est inversement proportionnel à V, et que l'hormone agit exclusivement sur V. La pression osmotique des urines peut s'abaisser jusqu'à 30 milliosmols par litre pendant une diurèse aqueuse intense, et s'élever jusqu'à 1 200 milliosmols par litre dans des états de déshydratation.

La clearance de l'eau libre est par conséquent la traduction directe de l'activité antidiurétique neuro-hypophysaire et de ses variations, et c'est cette méthode que nous

utiliserons pour étudier l'influence de l'activité physique sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique.

II. LES RESULTATS

Les résultats correspondant aux diverses mesures effectuées sont regroupés dans des tableaux correspondant chacun à un exercice physique donné, et les valeurs du débit urinaire en millilitres par minute d'une part, et de la clearance de l'eau libre en millilitres par minute d'autre part ont été indiqués.

Ces résultats ont ensuite été portés sur un ou deux graphiques selon l'épreuve physique envisagée.

* *Pour les épreuves de courte durée.*

Deux graphiques ont été faits :

— l'un représentant les valeurs trouvées pour chacun des dix athlètes avant, puis 5 minutes et 30 minutes après l'exercice physique ;

— l'autre représentant la valeur moyenne du débit urinaire et de la clearance pour les 10 athlètes, avant, puis 5 minutes et 30 minutes après l'épreuve.

* *Pour les exercices de longue durée.*

Un seul graphique a été fait, sur lequel figure la moyenne des résultats trouvés pour les 10 athlètes, avant l'épreuve, puis 5 minutes, 15 mn, 30 mn, 45 mn et 60 mn après le début de l'épreuve physique.

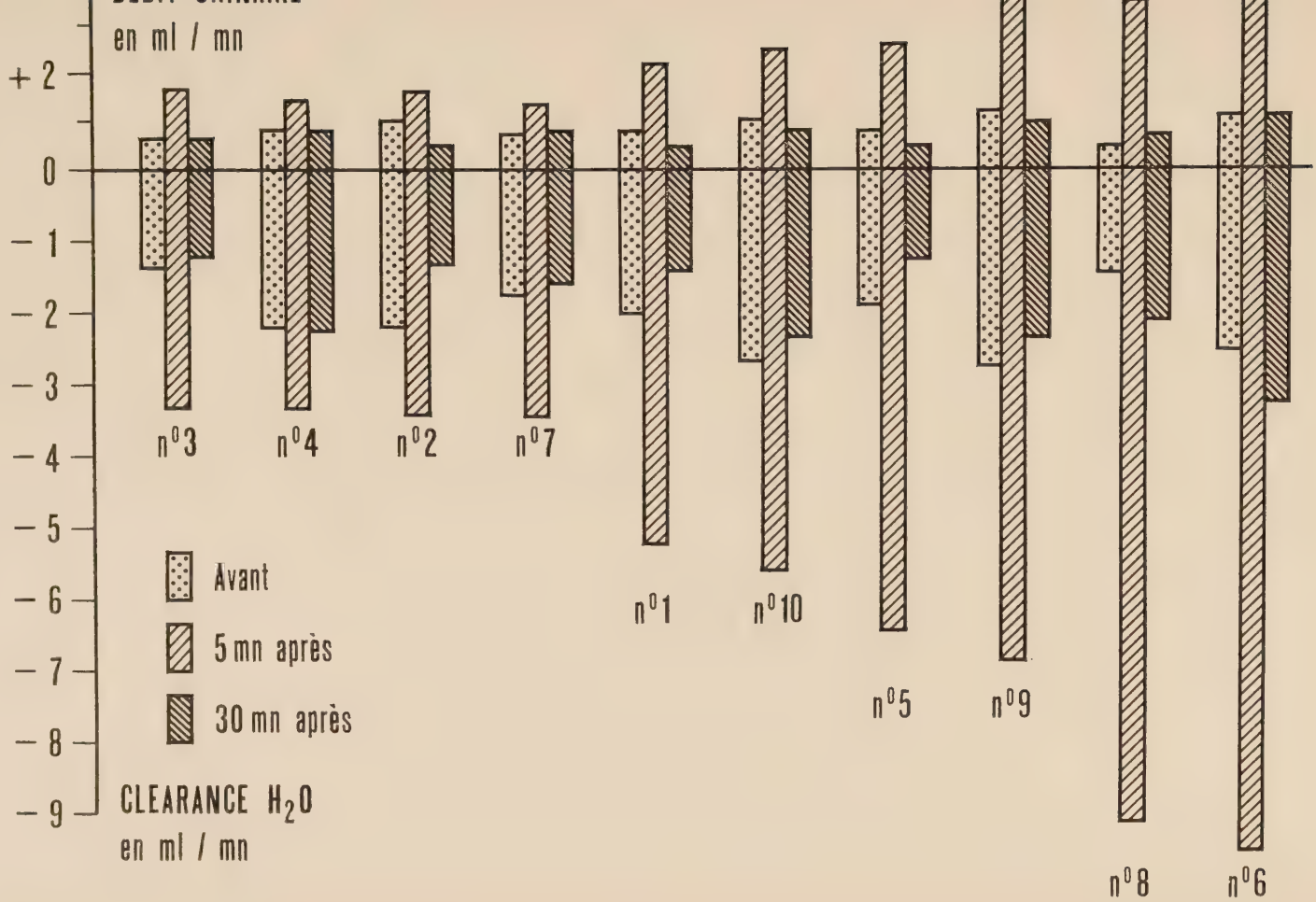
Pour chaque exercice physique, un calcul statistique a été fait par la méthode du T de Student, portant sur les débits urinaires et les clearances, qui a permis de dire si les variations trouvées d'un moment à l'autre de l'épreuve sont ou non significatives.

A. EXERCICES BREFS

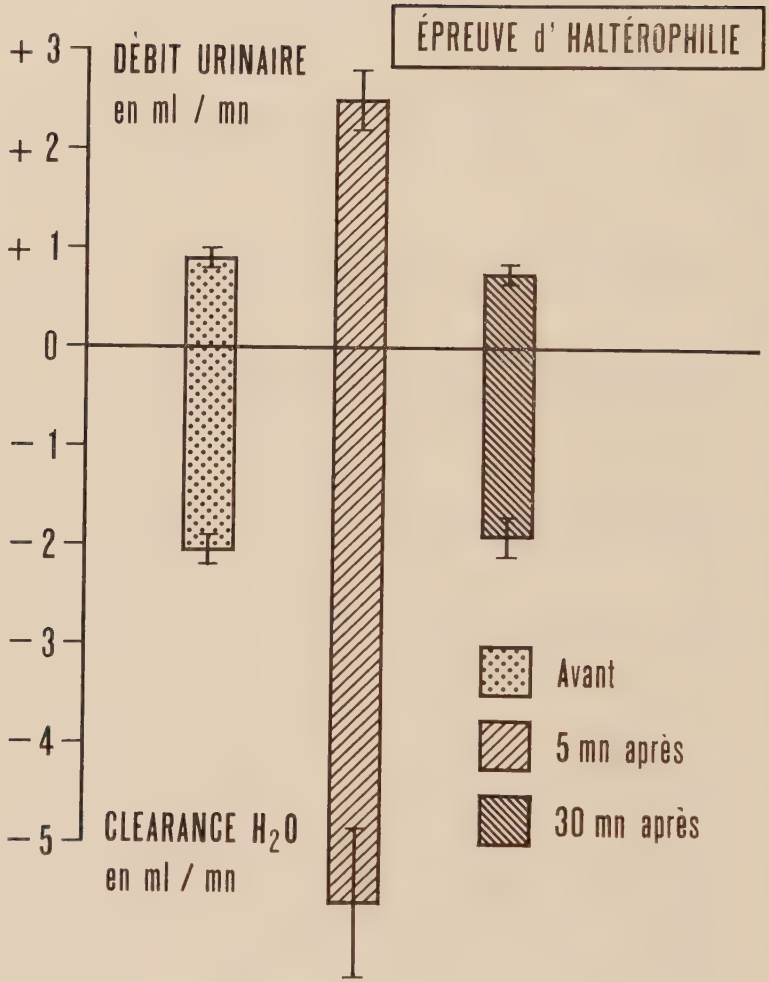
1. Haltérophilie.

Tableau des résultats des mesures

N°s	en ml/mn DEBIT URINAIRE			CLEARANCE H_2O en ml/mn		
	AVANT ÉPREUVE	5' APRÈS ÉPREUVE	30' APRÈS ÉPREUVE	AVANT ÉPREUVE	5' APRÈS ÉPREUVE	30' APRÈS ÉPREUVE
1	0,8	2,2	0,5	— 2,064	— 5,280	— 1,390
2	1,0	1,6	0,5	— 2,200	— 3,360	— 1,285
3	0,6	1,7	0,6	— 1,350	— 3,332	— 1,224
4	0,8	1,4	0,8	— 2,200	— 3,332	— 2,224
5	0,7	2,6	0,5	— 1,855	— 6,422	— 1,235
6	1,1	4,1	1,1	— 2,530	— 9,676	— 3,190
7	0,7	1,4	0,8	— 1,680	— 3,374	— 1,600
8	0,5	3,5	0,7	— 1,395	— 9,100	— 2,170
9	1,2	4,2	1,0	— 2,772	— 6,846	— 2,360
10	1,0	2,5	0,9	— 2,625	— 5,875	— 2,313
MOYEN.	0,85	2,52	0,74	— 2,070	— 5,660	— 1,900



Valeurs des mesures pour chaque athlète

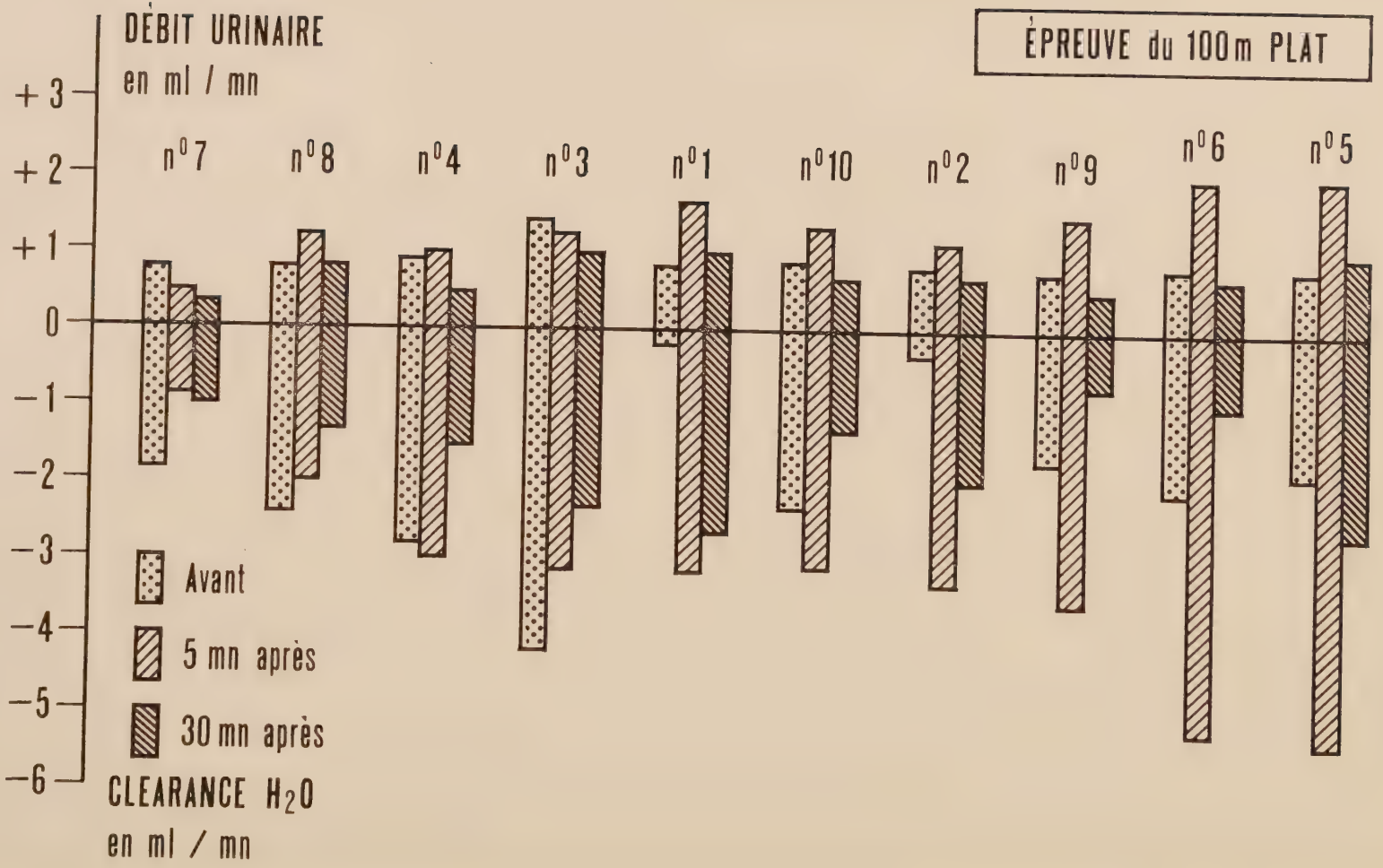


graphique établi avec les valeurs moyennes

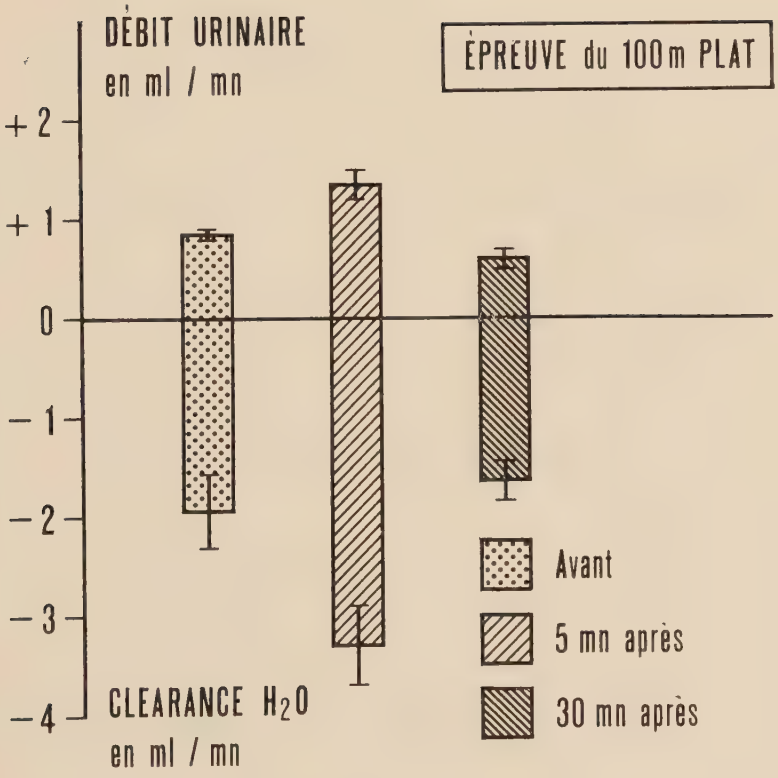
2. Course de 100m plat.

Tableau des résultats des mesures

N°s	DEBIT URINAIRE en ml/mn			CLEARANCE H_2O en ml/mn		
	AVANT ÉPREUVE	5' APRÈS ÉPREUVE	30' APRÈS ÉPREUVE	AVANT ÉPREUVE	5' APRÈS ÉPREUVE	30' APRÈS ÉPREUVE
1	0,8	1,6	1,0	— 0,174	— 3,152	— 2,234
2	0,8	1,1	0,6	— 0,217	— 3,377	— 2,031
3	1,4	1,2	1,0	— 4,242	— 3,108	— 2,312
4	0,9	1,0	0,4	— 2,826	— 3,030	— 1,645
5	0,7	2,0	1,0	— 1,939	— 5,360	— 2,651
6	0,8	2,0	0,6	— 2,168	— 5,220	— 1,043
7	0,7	0,4	0,3	— 1,848	— 0,976	— 1,010
8	0,8	1,2	0,8	— 2,408	— 2,076	— 1,352
9	0,7	1,5	0,5	— 1,771	— 3,630	— 0,740
10	0,9	1,3	0,6	— 2,340	— 3,185	— 1,343
MOYEN.	0,85	1,33	0,58	— 1,933	— 3,311	— 1,636



Valeurs des mesures pour chaque athlète

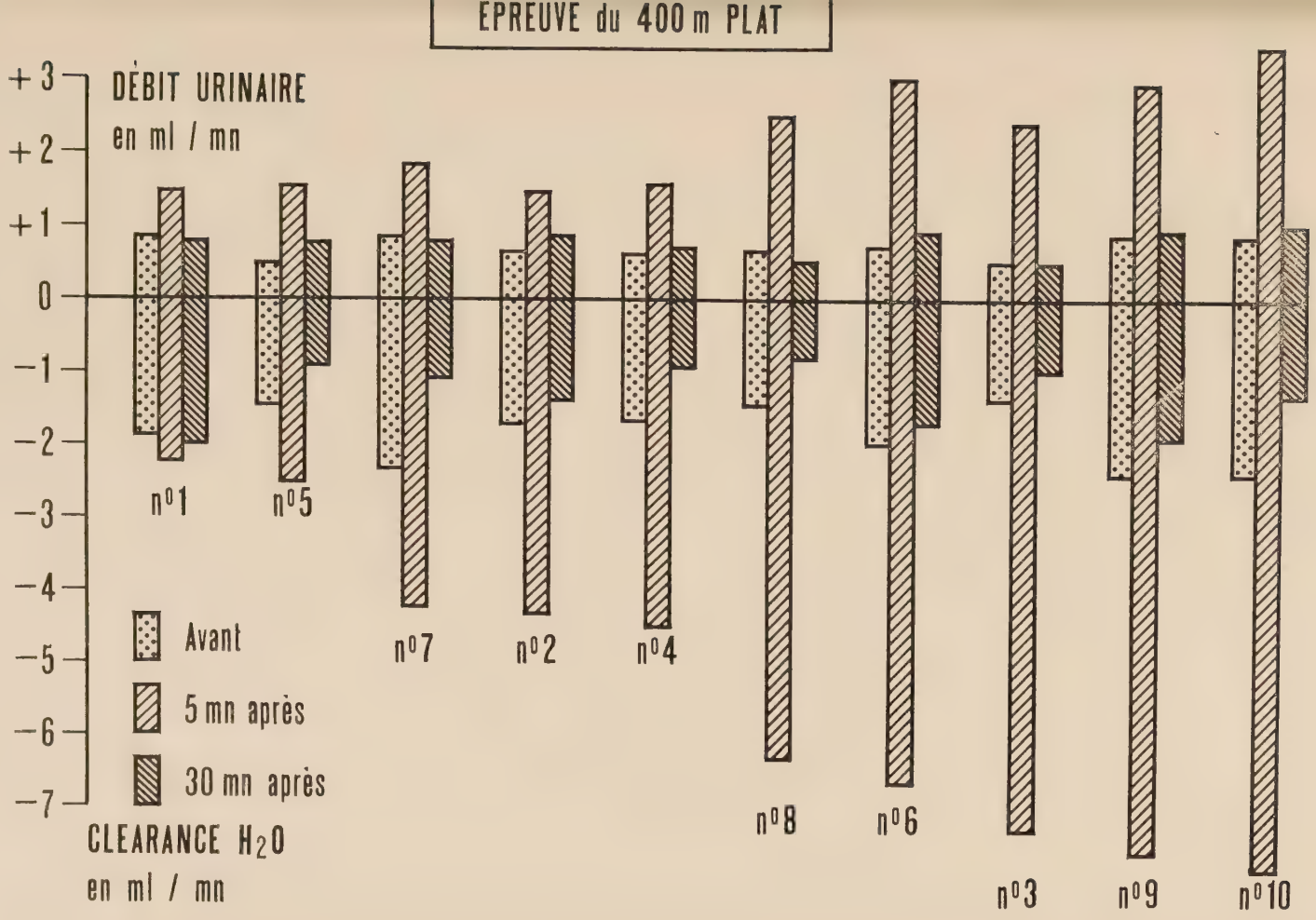


graphique établi avec les valeurs moyennes

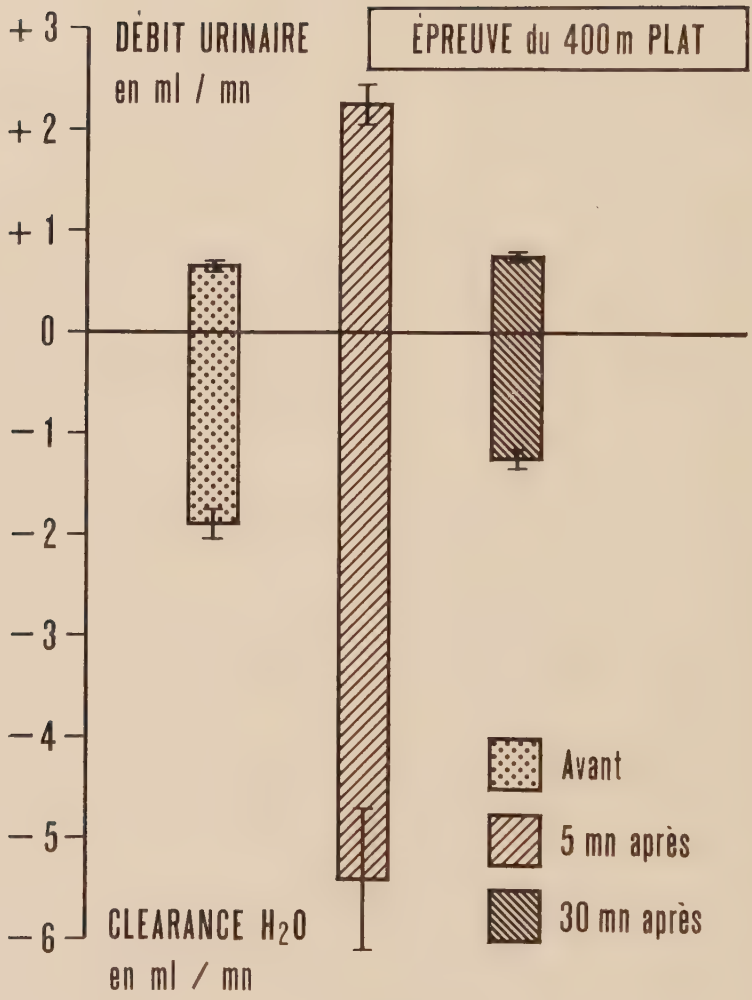
3. Course de 400 m plat.

Tableau des résultats des mesures

N°s	DEBIT URINAIRE en ml/mn			CLEARANCE H_2O en ml/mn		
	5' APRÈS ÉPREUVE	30' APRÈS ÉPREUVE	AVANT ÉPREUVE	AVANT ÉPREUVE	5' APRÈS ÉPREUVE	ÉPREUVE 30' APRÈS
1	1,4	0,7	— 1,824	0,8	— 2,240	— 2,000
2	1,5	0,8	— 1,716	0,6	— 4,305	— 1,360
3	2,4	0,5	— 1,460	0,5	— 7,368	— 1,080
4	1,9	0,7	— 1,710	0,6	— 4,560	— 0,980
5	1,5	0,7	— 1,450	0,5	— 2,550	— 0,910
6	3,0	0,9	— 2,030	0,7	— 6,660	— 1,710
7	1,8	0,7	— 2,320	0,8	— 4,230	— 1,169
8	2,5	0,5	— 1,458	0,6	— 6,375	— 0,885
9	2,9	0,9	— 2,400	0,8	— 7,685	— 1,899
10	3,4	1,0	— 2,448	0,8	— 7,820	— 1,370
MOYEN.	2,23	0,74	— 1,880	0,67	— 5,380	— 1,260



Valeurs des mesures pour chaque athlète



graphique établi avec les valeurs moyennes

Interprétation.

Dans chacun de ces exercices, on note une nette augmentation de la négativité de la clearance de l'eau libre 5 minutes après l'épreuve, phénomène traduisant une augmentation de la réabsorption de l'eau au niveau du tube rénal distal sous l'influence de l'activité antidiurétique. C'est après l'épreuve d'haltérophilie que la clearance a les valeurs les plus négatives, indiquant une activité maximum de l'hormone antidiurétique après cet effort statique de 2 minutes.

Trente minutes après l'exercice physique, on observe une diminution de la négativité de la clearance de l'eau libre, traduisant un effet antidiurétique moindre.

Le débit urinaire augmente 5 minutes après l'exercice physique pour diminuer 30 minutes après l'épreuve.

Pour chacune de ces épreuves, les calculs statistiques, faits selon la méthode du T de Student, ont indiqué que les résultats obtenus aux divers moments de chaque exercicice physique (aussi bien en ce qui concerne les débits urinaires que les clearances de l'eau libre) sont hautement significatifs à plus de 95 % ou à plus de 99 %, selon la valeur du T de Student.

Ces résultats sont regroupés dans un premier tableau, où figurent la valeur du T de Student pour le débit et la clearance et la signification des valeurs du T. (voir tableau page suivante).

Epreuves	Mesures	Avant et 5 mn après		5 mn et 30 mn après	
		Valeur de t	Signification	Valeur de t	Signification
HALTERES	Clearances	4,600	> 99 %	4,800	> 99 %
	Débits	2,256	> 95 %	2,300	> 95 %
100 M	Clearances	2,500	> 95 %	3,700	> 99 %
	Débits	3,000	> 95 %	2,501	> 95 %
400 M	Clearances	5,100	> 99 %	5,400	> 99 %
	Débits	6,000	> 99 %	6,700	> 99 %

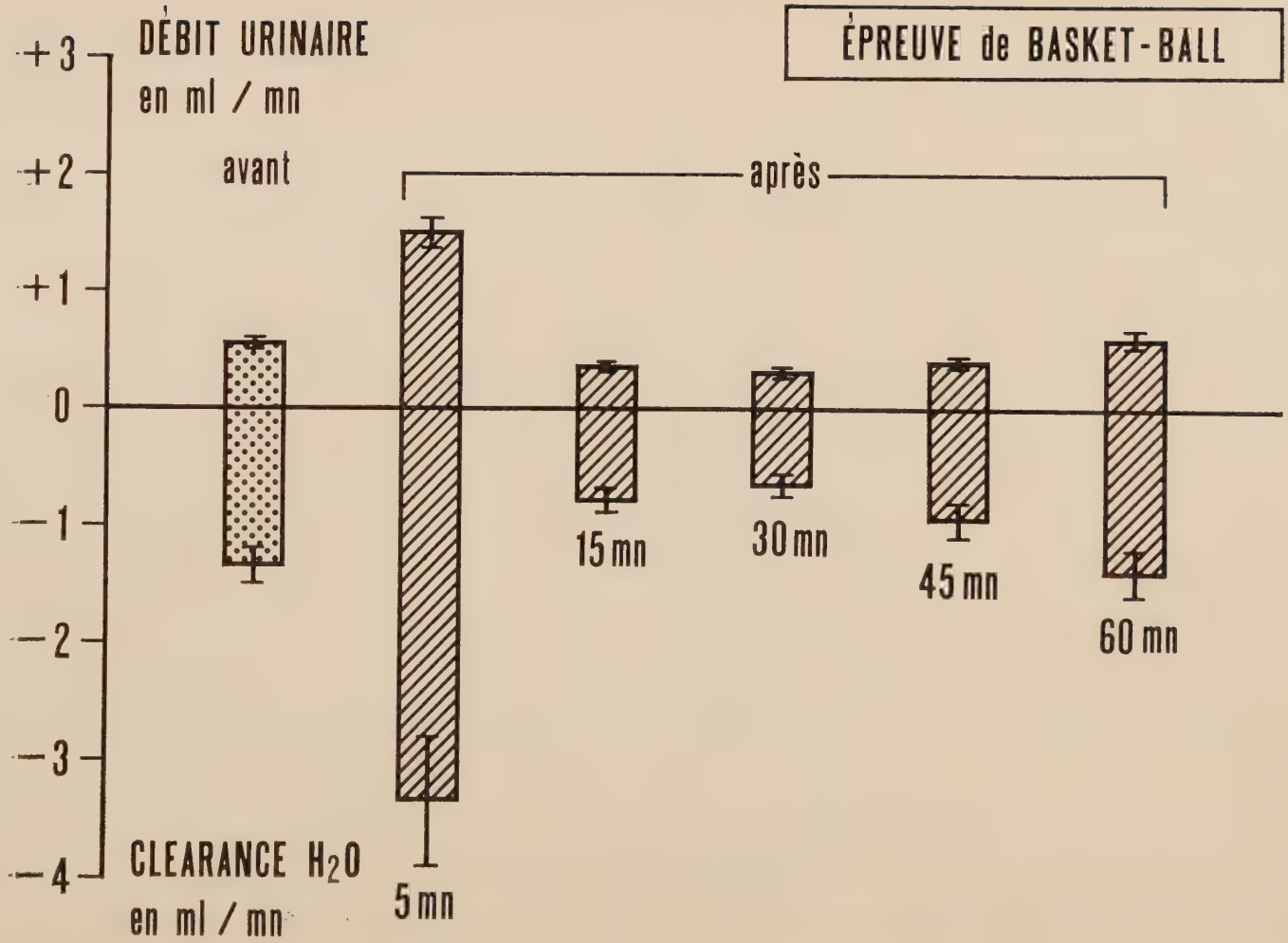
Résultats des calculs statistiques par la méthode du t de Student donnant la valeur significative des diverses mesures pour les exercices de courte durée.

B. Exercices de longue durée

I. EPREUVE DE BASKET

N°s	CLEARANCE DE L'EAU LIBRE EN ML/MN						DEBITS URINAIRES EN ML/MN					
	AVANT EFFORT	5' APRÈS EFFORT	15' APRÈS EFFORT	30' APRÈS EFFORT	45' APRÈS EFFORT	60' APRÈS EFFORT	AVANT EFFORT	5' APRÈS EFFORT	15' APRÈS EFFORT	30' APRÈS EFFORT	45' APRÈS EFFORT	60' APRÈS EFFORT
1	0,8	1,0	0,1	0,2	0,6	0,9	— 1,640	— 1,850	— 0,115	— 0,284	— 1,242	— 1,773
2	0,4	0,8	0,1	0,2	0,3	0,38	— 0,696	— 1,128	— 0,139	— 0,168	— 0,327	— 0,490
3	0,3	0,7	0,5	0,3	0,3	0,4	— 0,645	— 1,526	— 0,950	— 0,630	— 0,669	— 0,920
4	0,5	1,8	0,36	0,13	0,2	0,3	— 1,180	— 4,230	— 0,832	— 0,285	— 0,418	— 0,645
5	0,7	1,4	0,5	0,48	0,8	0,8	— 1,638	— 2,422	— 1,010	— 1,094	— 1,872	— 1,920
6	0,5	1,7	0,4	0,38	0,4	0,5	— 1,430	— 3,612	— 1,103	— 0,520	— 0,607	— 1,217
7	0,7	2,6	0,3	0,2	0,27	0,48	— 2,177	— 6,760	— 0,672	— 0,468	— 0,780	— 1,344
8	0,4	1,6	0,38	0,4	0,5	0,38	— 1,288	— 4,864	— 1,094	— 1,240	— 1,570	— 1,269
9	0,5	1,8	0,5	0,4	0,27	0,9	— 1,170	— 3,510	— 1,095	— 0,860	— 0,594	— 2,169
10	0,7	1,7	0,4	0,48	0,5	0,8	— 1,645	— 3,842	— 0,788	— 0,945	— 1,355	— 2,104
MOYEN.	0,55	1,51	0,35	0,32	0,42	0,59	— 1,3509	— 3,370	— 0,780	— 0,650	— 0,940	— 1,39

Résultats des mesures.

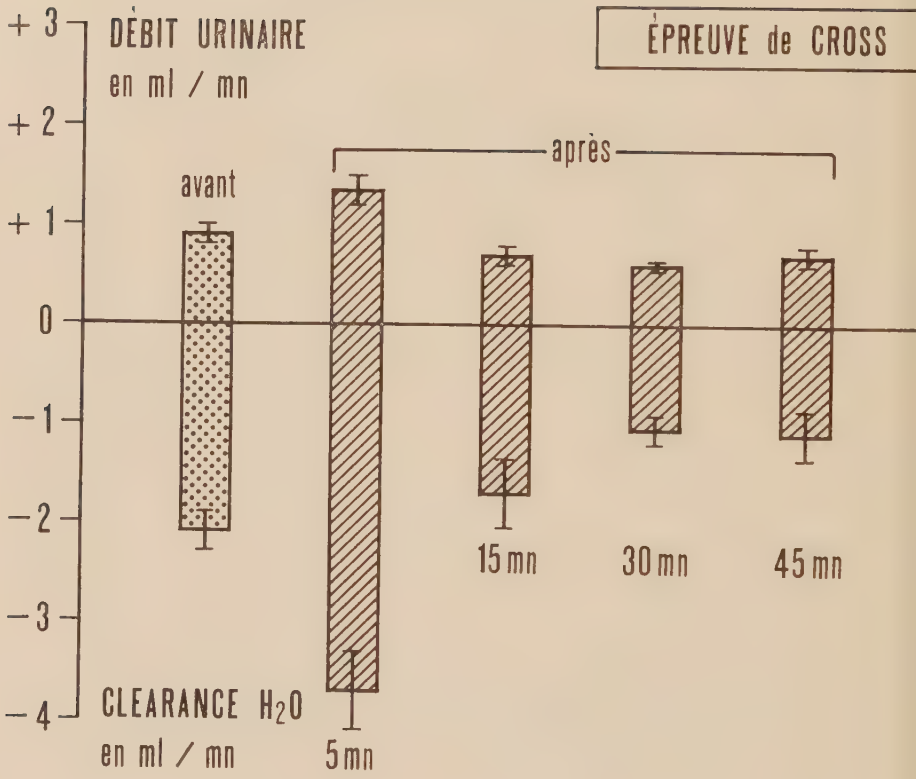


graphique établi avec les valeurs moyennes

II. EPREUVE DE CROSS

Nos	DEBITS URINAIRES EN ML/MN					CLEARANCE DE L'EAU LIBRE EN ML/MN				
	AVANT ÉPREUVE	5' APRÈS LE DÉBUT	15' APRÈS LE DÉBUT	30' APRÈS LE DÉBUT	40' APRÈS LE DÉBUT	AVANT ÉPREUVE	5' APRÈS LE DÉBUT	30' APRÈS LE DÉBUT	40' APRÈS LE DÉBUT	15' APRÈS LE DÉBUT
1	0,8	1,0	0,4	0,5	1,1	— 2,576	— 3,460	— 0,850	— 2,673	— 0,660
2	1,2	1,6	0,7	0,2	0,2	— 3,120	— 4,000	— 0,386	— 0,320	— 1,652
3	1,5	1,3	0,2	0,4	0,5	— 2,310	— 2,821	— 0,476	— 0,470	— 0,272
4	0,5	0,8	0,7	0,8	0,5	— 1,200	— 2,240	— 1,696	— 1,100	— 1,708
5	0,5	0,9	0,2	0,5	0,6	— 1,250	— 2,412	— 1,310	— 1,302	— 0,548
6	1,1	2,5	0,5	0,5	0,6	— 2,530	— 6,350	— 0,630	— 0,780	— 1,105
7	0,7	1,5	0,8	0,7	0,6	— 1,890	— 5,600	— 1,890	— 1,506	— 2,320
8	0,8	1,37	0,7	0,8	0,8	— 2,080	— 2,720	— 1,120	— 1,024	— 1,379
9	1,0	1,0	1,1	0,8	1,0	— 2,500	— 3,640	— 1,568	— 1,750	— 2,662
10	0,7	1,4	1,5	0,7	0,4	— 1,848	— 3,450	— 0,994	— 0,468	— 4,200
MOYEN.	0,88	1,7	0,68	0,59	0,63	— 2,130	— 3,670	— 1,090	— 1,139	— 1,650

Résultats des mesures.

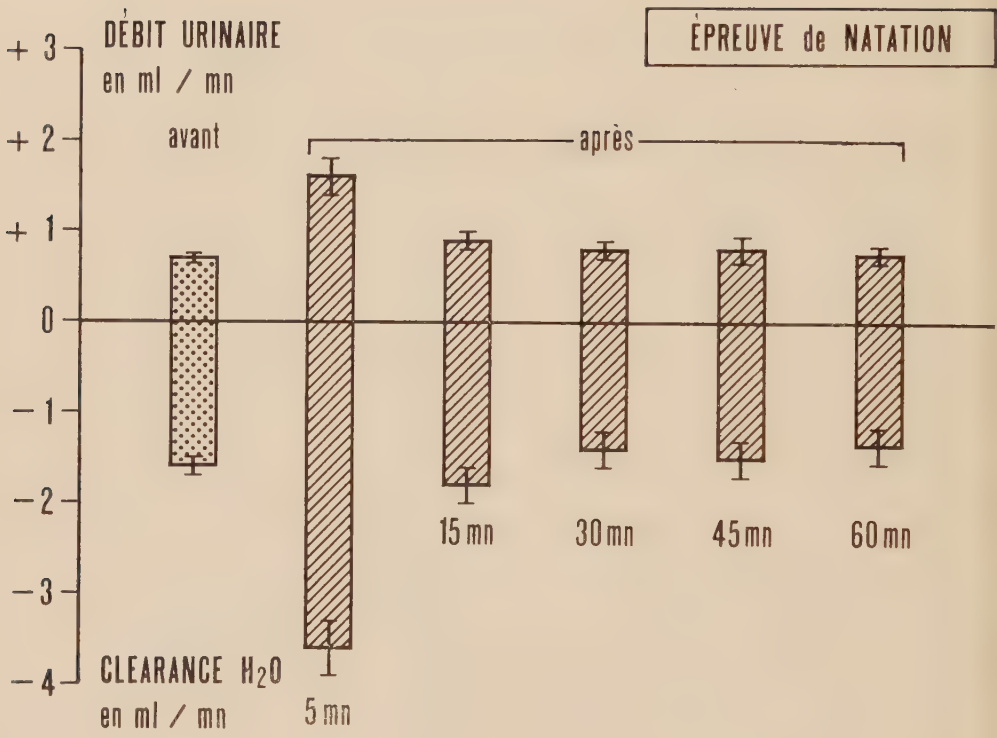


graphique établi avec les valeurs moyennes

III. EPREUVE DE NATATION

N°°	DEBITS URINAIRES EN ML/MN						CLEARANCE DE L'EAU LIBRE EN ML/MN					
	Avant effort	5' après le début	15' après le début	30' après le début	45' après le début	60' après le début	Avant effort	5' après le début	15' après le début	30' après le début	45' après le début	60' après le début
1	0,6	1,0	0,5	0,5	0,6	0,6	— 1,536	— 2,900	— 1,280	— 1,035	— 1,314	— 1,215
3	0,7	1,0	0,3	1,3	0,9	0,8	— 1,820	— 2,900	— 0,780	— 1,976	— 1,611	— 1,436
2	0,9	2,0	1,5	1,6	1,4	1,0	— 1,818	— 4,820	— 2,415	— 2,272	— 2,478	— 1,912
4	0,9	2,0	1,2	0,6	1,0	0,9	— 1,800	— 4,200	— 1,920	— 0,762	— 1,500	— 0,995
5	0,5	3,0	1,3	0,6	0,6	0,6	— 1,005	— 3,600	— 2,080	— 1,320	— 1,098	— 1,110
6	0,6	1,0	0,9	0,5	0,6	0,5	— 1,650	— 2,950	— 2,124	— 1,050	— 1,404	— 1,230
7	0,7	1,2	0,5	0,4	0,8	0,8	— 1,827	— 3,012	— 1,140	— 0,820	— 1,584	— 1,320
8	0,6	2,4	0,9	0,9	1,0	0,9	— 1,578	— 5,760	— 1,737	— 1,440	— 1,720	— 1,600
9	0,8	1,4	1,4	0,8	0,5	0,7	— 1,392	— 2,604	— 2,605	— 1,200	— 0,815	— 1,311
10	0,5	1,2	0,7	1,0	0,6	0,6	— 1,415	— 3,552	— 1,617	— 2,030	— 1,398	— 1,300
Moyen.	0,68	1,62	0,92	0,82	0,80	0,74	— 1,584	— 3,630	— 1,770	— 1,390	— 1,490	— 1,368

Résultats des mesures.



graphique établi avec les valeurs moyennes

Interprétation

Chacun des exercices physiques de longue durée a entraîné dans les 5 premières minutes une augmentation de la négativité de la clearance de l'eau libre, traduisant une augmentation de la sécrétion antidiurétique neuro-hypophysaire, comparable au phénomène observé dans les exercices brefs.

Mais à partir de la quinzième minute de l'épreuve, on note une diminution de l'activité antidiurétique qui ne varie ensuite que dans de faibles proportions jusqu'à la fin de l'épreuve physique.

Les calculs statistiques.

Faits pour chacune de ces 3 épreuves ont indiqué que les résultats obtenus aux divers moments de l'exercice physique sont hautement significatifs, à plus de 95 % ou à plus de 99 % selon la valeur du T de Student ; à l'exception du débit urinaire de l'épreuve de cross, dont les variations sont trop faibles pour être significatives.

Ces résultats sont regroupés dans un deuxième tableau concernant les calculs statistiques pour les épreuves de longue durée. (voir tableau page suivante)

Epreuves	Mesures	Avant et 5 mn après		5 mn et 30 mn après		30 et 60 mn après	
		Valeur de t	Signification	Valeur de t	Signification	Valeur de t	Signification
BASKET	Débits	6,700	> 99 %	3,600	> 99 %	2,340	> 95 %
	Clearances	8,500	> 99 %	5,000	> 99 %	2,610	> 95 %
CROSS	Débits	valeurs de t non significatives				30 et 40 mn après	
	Clearances	3,32	> 99 %	3,500	> 99 %	2,060	
NATATION	Débits	6,700	> 99 %	8,5	> 99 %	6,8	> 99 %
	Clearances	3,6	> 99 %	5,0	> 99 %	3,8	> 99 %

Résultats des calculs statistiques par la méthode du t de Student donnant la valeur significative des diverses mesures pour les exercices de longue durée.

RESUME

Cette thèse prend place dans le travail de recherche effectué, depuis 1952, au laboratoire de Pharmacologie et de Physiologie Appliquée de la Faculté de Médecine de Toulouse.

Elle concerne les effets de l'exercice physique sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique neuro-hypophysaire.

Nous avons cherché à confirmer, par une méthode d'exploration différente, les résultats obtenus par des travaux précédents et selon lesquels un exercice physique bref entraîne une augmentation de la sécrétion neuro-hypophysaire, alors qu'un exercice de longue durée réduit l'activité antidiurétique.

Nous avons étudié les variations de la clearance de l'eau libre au cours de diverses épreuves physiques :

— *épreuves de courte durée :*
100 mètres, 400 mètres, haltérophilie.

— *épreuves de longue durée :*
match de basket-ball, natation, cross.

A la suite de ces travaux, nous avons trouvé des résultats conformes aux conclusions des recherches précédentes.

Un exercice bref

entraîne une augmentation de la négativité de la clearance de l'eau libre, traduisant une augmentation de la sécrétion de l'hormone antidiurétique. Ce phénomène est le plus marqué après l'effort statique intense représenté par l'épreuve d'haltérophilie. Cet effet antidiurétique diminue nettement 30 minutes après l'exercice physique puisque les mesures faites à ce moment-là indiquent une diminution de la négativité de la clearance de l'eau libre, qui néanmoins reste toujours négative.

Un exercice long

s'accompagne d'abord, 5 minutes après le début de l'exer-

cice, d'une augmentation temporaire de la négativité de la clearance de l'eau libre; ce phénomène est le plus marqué d'un exercice bref. Mais dès la quinzième minute et jusqu'à la fin de l'épreuve, il y a diminution de la négativité de la clearance de l'eau libre; ce phénomène est le plus marqué au cours de l'épreuve de cross, où l'intensité de l'exercice est particulièrement constante et durable : la diminution de la clearance de l'eau libre est de plus en plus importante à partir de la quinzième minute jusqu'à la fin de l'épreuve, moment où la négativité de la clearance reste toujours inférieure à la négativité de la clearance de repos mesurée avant le début de l'épreuve.

Un exercice physique de longue durée entraîne une diminution du pouvoir antidiurétique.

CONCLUSION

Cette thèse vient donc confirmer les hypothèses émises précédemment à la suite des travaux effectués dans le Laboratoire de Pharmacologie et de Physiologie Appliquée de la Faculté de Médecine de Toulouse, sous la Direction des Professeurs Baïsset et Montastruc : on peut opposer les exercices physiques brefs statiques ou dynamiques, durant quelques minutes, au cours desquels on note une augmentation de l'activité de l'hormone antidiurétique aux exercices se prolongeant pendant environ une heure au cours desquels on note une réduction de la sécrétion antidiurétique.

L'étude des variations de la clearance de l'eau libre, qui, au cours de divers types d'exercices physiques et à divers moments de ces exercices reste constamment négative, permet de penser que l'hormone antidiurétique est sécrétée en quantité variable, de façon permanente par la neurohypophyse durant une épreuve physique. On peut considérer que, selon la nature de l'épreuve physique, ces variations se font soit dans le sens d'une augmentation de sécrétion pour les exercices brefs, soit dans le sens d'une diminution de sécrétion pour les exercices longs.

Cette hormone antidiurétique neuro-hypophysaire est un facteur primordial du maintien de l'équilibre hydroélectrolytique que l'exercice physique a tendance à modifier par l'intensité de l'activité musculaire.

Vu : *Le Président du Jury,*

Pr A. Baïsset

Vu et permis d'imprimer :

A Toulouse, le 1er juin 1971

Le Président de l'Université Paul-Sabatier :

L. Lareng

BIBLIOGRAPHIE

ABRAHAMS (V.-C.) et PICKFORD (M.) : Simultaneous observations on the rate of urine flow and spontaneous movements in the dog ad their relation ship to posterior lobe activity. *Journ. Physiol.* 1954 - *126,* 329.

ANDERSSON (B.) : Hypothalamic control of the water intake. *XX*e *Congr. intern. Physiol* 1956 - 126.

AUVERGNAT (R.), COMMANAY (L.) et GUIRAUD (R.) : Effets immédiats du travail musculaire sur la teneur en potassium et en sodium du plasma sanguin. *Journ. Physiol.* Rev. 1958 - *50* - 142 - 145.

BACHY (J.) : La soif : notions physiologiques et applications à la médecine du travail; *Thèse Méd.* Paris. 1959.

BAINBRIDGE (F. A.) : The physiology of muscular exercise — *Longmans-Green and Co.* London 1931.

BAÏSSET (A.), MONTASTRUC (P.) et SOULA (J.-C.) : Recherches sur l'antagonisme entre les sécrétions antidiurétiques et corticosurrénales chez le chien. Etude d'animaux surrénalectomisés à faisceau supra - optico - hypophysaire sectionné. *C. R. Acad. Sc.,* 1956 - 243, 413.

BAÏSSET (A.) BOER (A.) et MONTASTRUC (P.) : Action des extraits post-hypophysaires dans la surcharge sodique prolongée. *C. R. Soc. Biol.* 1957, *151,* 1253.

BAÏSSET (A.), DEMONTE (H.) et MONTASTRUC (P.) : Effets de l'extrait post-hypophysaire chez l'homme en surcharge saline. *C. R. Soc. Biol.* 1958, *152,* 1813.

BAÏSSET (A.), DEMONTE (H.) et MONTASTRUC (P.) : Rôle favorable des extraits post-hypophysaires dans la surcharge sodique. Nouveaux arguments - *C. R. Soc. Biol.* 1958 - *152* - 1593.

BAÏSSET (A.), BESOU (P.), COTONAT (J.) et MONTASTRUC (P.) : Applications à l'homme des effets endocriniens de la surcharge hydrique. *Toulouse Méd.* 1960, *6,* 437.

BAÏSSET (A.), DEMONTE (H.), LESBRE (G.), et MONTASTRUC (P.) : Effets respectifs des extraits post-hypophysaires totaux de la vasopressine et de l'ocytocine synthétique sur l'animal en surcharge saline. *Thérapie,* 1960 - *15* - 858.

Baïsset (A.) et Montastruc (P.) : Inhibition des sécrétions salivaires et gastriques par les extraits de post-hypophyse. *Journ. Physiol.* Paris 1960 - *52,* 15.

Baïsset (A.) et Montastruc (P.) : Recherches sur le contrôle endocrinien de la soif. Action antidipsique de l'hormone antidiurétique. *Path. Biol.* 1962, 9 - *10,* 777.

Baïsset (A.) et Montastruc (P.) : Augmentation de la sécrétion antidiurétique après courses de 100, 400 et 1000 mètres. *Médecine Educ. Phys. Sport.* 1962 - n° 2 - 119 - 127.

Baïsset (A.) et Montastruc (P.) : Effets altérant de diverses boissons alcoolisées - *C. R. Acad Sc.,* 1963, 256, 2704.

Baïsset (A.) et Montastruc (P.) : La sécrétion d'hormone antidiurétique neuro-hypophysaire au cours de l'activité physique (recherche d'un seuil sur bicycle ergométrique) *L'Homme sain,* 1965, n° 2, 85-102.

Barry : Hypothalamo-neuro-hypophysal system and regulation of the movements of water. *Lille Méd.,* 12, 1249-57, 1967.

Berde (B.) : Pharmacologie des hormones neuro-hypophysaires et de leurs analogues synthétiques. *Masson,* édit., Paris, 1963.

Bergès (A.) : Recherches sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique au cours de l'activité physique. *Thèse Méd.,* Toulouse, 1966.

Berlinger (R.-W.) : Ion exchange mechanisms in the nephron. *Circulation,* 1960, *21,* 892-901.

Brooks (F.-P.) et Pickford (M.) : Conditions under which posterior pituitary hormone increase sodium and potassium excretion by the kidney. *The neuro-hypophysis,* London, Butterworth, 141.

Brouha (L.) : Physiologie de l'entraînement au travail musculaire. *Le travail humain,* 1940, *8,* 79-94.

Burn (J.-H.) : Estimation of the antidiuretic potency of pituitary (Posterior lobe). *Quart J. Pharmacol.,* 1931, 4, 517.

Castenfors (J.) : Renal function during exercise. With special reference to exercise proteinuria and the release of renin. *Acta Physiol. Scand.,* Stockholm, 1967, 70, suppl. 293, *7,* 44.

Cayret-Grimal (M.-C.) : Recherche sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique au cours de l'activité physique (influence d'exercices longs). *Thèse Méd.,* Toulouse, 1969.

Coisy (J.) : Albuminurie d'effort. *Monographie de l'Institut National des Sports*, série A, n° 5, Paris.

Cros (J.), Klotz (H.-P.), Tremolières (J.), Elmaleh (H.) : Effet d'un extrait purifié de post-hypophyse sur la perspiration insensible et la température cutanée de l'homme. Intérêt de ces données dans l'obésité, *Ann. Endocri.*, 1961, 6, 939.

Dill (D.-B.), Talbot (J.-H.), Edwards (H.-T.) : Studies in Muscular Activity Response of several individuals to a fixed task. *Am. J. Physiol.*, 1930, *69*, 267.

Embden : Ueber die Bedeutung der Phosphorsaüre für die Muskeltätigkeit. *Med. Klin, Berlin*, 1919, 15, 521.

Euler (V.-C.) : A preliminary note on slow hypothalamic «osmopotentiale ». *Acta Physiol. Scand.*, 1953, *29*, 133.

Fitouri (M.) : Influence de l'exercice physique sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique. *Thèse Méd.*, Toulouse, 1962.

Hamkiss (J.) : L'effet de l'hormone antidiurétique sur la sudation comme preuve de son action extra-rénale. *Amer. Journ. Med. Sciences Philadelphie*, 1959, *4*, 452.

Haerkonen (M.), Kormano (M.), Kontinen (E.) : Effect of heavy muscular work on hypothalomo-hypophysial neuro-secretion in the rat. *Ann. Med. Exp. Biol. Fenn. E.P.C.G.*, 42, *1*, 17, 21.

Harvey (N.) et al. : The renal clearance and plasma binding of antidiuretic hormone in the dog. *J. Endocr.*, 38, 163, 71 Jun 67.

Henry, Ganer, Sicker : Effect of moderate changes in blood volume on left and right atrial pressure. *Circulation Research*, 1956, *4*, 91.

Hyde, Prott, Curl : A comparison of the effects of breakfast, of no breakfast, and of coffeine on work in an athlete and a no athlete. *Am. J. Physiol.*, Baltimore, 1957, 153, 371, 394.

Jewell (P.-A.) et Verney (E.B.) : An experimental attempt to determine the site of the neuro-hypophysial osmoreception in the dog. *Philos. Transact. Roy Soc. Biol. Sc.*, 1957, 240, 147.

Karpovich (P.-U.) : Physiology of muscular activity. Philadelphie *Sanners ed.*, 5e ed., 1 vol. 368 pages.

Kayser (Ch.) : Physiologie du travail et du sport. Paris, 1947, *Hermann et Cie*.

Kozlowski (S.), Szczepanska (E.), Zielinki (A.) : The hypothalamo-hypophyseal antidiuretic system in physical exercises; arch. Internation. *Physiol. Biochim. Belg.*, 1967, 75, n° 2, 218-228.

Lamothe (A.) : Recherches sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique au cours de l'activité physique. *Thèse Méd.*, Toulouse, 1964.

Lange andersen (K.) : Respiration recovery from muscular exercise of short duration. *Acta Physiol. Scandinav.*, 1960, 48, suppl. 168, *1*, 102.

Lapierre-Armande (M.) : Recherche sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique au cours de l'exercice physique (influence d'un exercice statique bref). *Thèse Méd.*, Toulouse, 1967.

Mirsky (A.), Stein (M.), Paulisch (G.) : The secretion of an antidiuretic substance into the circulation of adrenalectomized and hypophysectomized rats exposed to noxious stimuli. *Endocrinology*, 1954, 55, 28.

Morehouse (L.-E.), Miller (A.-T.) : Physiology of exercise. *Mosby éd.*, Saint-Louis, 1959, 3e éd., 1 vol., 349 pages.

Morel (F.) : Quelques aspects de la régulation endocrinienne de l'équilibre hydrominéral enregistrés chez le rat à l'aide du radio-sodium Na 24. *Supplément XXXIX au bulletin biologique de France et de Belgique*, Paris, P.U.F., 110 p.

Palladin (A.), Wallenburger (L.) : Contribution à l'étude de la formation de la créatine dans l'organisme animal. *C. R. Soc. Biol.*, Paris LXXVIII, 111-113.

Petren (T.), Sjostrand (T.), Sylven (B.) : Der Einfluss des Trainings auf die Haüfigkeit der Capillieren in Herz und Skeletmuskulatur. *Arbeits physiologie*, 1936.

Prat (Y.) : Recherches sur la sécrétion de l'hormone antidiurétique au cours de l'activité physique chez l'homme non entraîné *Thèse Méd.*, Toulouse, 1965.

Rydin (H.) et Verney (E.-B.) : The inhibition of water diuresis by emotional stress and by muscular exercise. *Quart. J. exp. physiol.*, 1938, 27, 343.

Smith (H.-W.) : The kidney Structure and function in health and disease.

STEINHANS (A.-H.) : Chronic effects of exercise. *Physiol. Rev.*, 1933, *13*, 103, 147.

THONER (W.) : Neue Beiträge zur Physiologie des Trainings. *Arbeits physiol.*, 1949, *14*, 95-136.

VERA (R.), CROXATTO (H.) : Muscular work and antidiuretic substances of the blood. *J. Appl. Physiol.*, 1954, 7, 172, 175.

VERNEY (E.-B) : Antidiuretic hormone and the factors which determine its release. London, 1947, *Proc. Roy Soc.*, B 135, 25.

WELT et ORLOFF (J.) : The effect of an increase in plasma of water and electrolytes by normal subjects. *J. Clin. Invest.*, 30, 751, 761.

Imp. Fournié, 27, boul. Riquet, Toulouse. — 6-71 - D. L. 71-2 - 2348.